

La transformation nucléaire : au cœur de la matière et des étoiles

Prérequis

Pour aborder sereinement ce chapitre, il est nécessaire de maîtriser quelques concepts fondamentaux étudiés précédemment :

- La constitution de l'atome : savoir qu'un atome est composé d'un noyau (protons et neutrons) et d'électrons.
- La notation symbolique du noyau d'un atome : A_ZX , où Z est le numéro atomique (nombre de protons) et A le nombre de nucléons (protons + neutrons).
- La distinction entre une transformation physique (changement d'état) et une transformation chimique (réarrangement d'atomes pour former de nouvelles molécules).

Ce cours se place généralement après l'étude de la structure de l'atome et avant l'étude des transformations chimiques, afin de bien distinguer les différents niveaux d'organisation de la matière.

Chapitre 1 : Les isotopes ou les variantes du noyau

1. Qu'est-ce qu'une transformation nucléaire ?

Jusqu'à présent, vous avez étudié des phénomènes où les atomes se déplacent ou se lient entre eux sans jamais changer de nature. Dans une transformation nucléaire, le processus est radicalement différent : c'est le **noyau** de l'atome lui-même qui est modifié.

Une **transformation nucléaire** est une modification de la structure du noyau atomique, entraînant la formation de nouveaux noyaux (et donc de nouveaux éléments chimiques). Contrairement aux réactions chimiques qui ne font intervenir que les électrons, ici, nous touchons au cœur de l'atome.

2. La notion d'isotopes

Pour comprendre ces transformations, il faut d'abord accepter qu'un même élément chimique peut exister sous plusieurs "versions". C'est ce qu'on appelle des isotopes.

Des isotopes sont des atomes qui possèdent le même nombre de protons Z , mais un nombre de neutrons différents. Ils ont donc le même numéro atomique Z , mais des nombres de nucléons A différents.

Puisque leurs propriétés chimiques dépendent du nombre d'électrons (égal à Z), les isotopes d'un même élément ont des propriétés chimiques identiques. Cependant, leur noyau n'a pas la même stabilité.

Exemple concret : L'hydrogène possède trois isotopes naturels :

- L'hydrogène "classique" : ^1_1H (1 proton, 0 neutron).
- Le deutérium : ^2_1H (1 proton, 1 neutron).
- Le tritium : ^3_1H (1 proton, 2 neutrons).

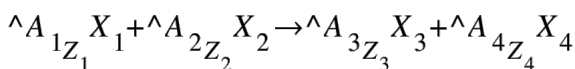
*Question de réflexion : * Si le carbone 12 ($^{12}_6\text{C}$) et le carbone 14 ($^{14}_6\text{C}$) sont isotopes, combien de neutrons possède le noyau de carbone 14 ?

Chapitre 2 : Modélisation et écriture des réactions nucléaires

1. L'écriture symbolique

Pour représenter ce qui se passe lors d'une transformation nucléaire, on utilise une équation de réaction. À gauche, on place les noyaux (ou particules) de départ (réactifs), et à droite les noyaux (ou particules) produits.

Une transformation nucléaire se modélise par une écriture de la forme :



2. Les lois de conservation de Soddy

Pour équilibrer ces équations, nous utilisons deux règles fondamentales appelées **lois de Soddy** :

- **La conservation du nombre de nucléons A** : la somme des nombres de masse A des réactifs est égale à la somme des nombres de masse des produits.
- **La conservation de la charge électrique (numéro atomique Z)** : la somme des numéros atomiques Z des réactifs est égale à la somme des numéros atomiques des produits.

Remarque pédagogique : Attention, il n'y a pas de conservation des éléments chimiques ici ! Un noyau de Fer peut devenir un noyau de Cobalt par exemple. Seuls A et Z se conservent globalement.

3. Les deux grands types de réactions provoquées

On distingue principalement deux types de transformations nucléaires majeures :

- **La fission nucléaire** : Un noyau lourd (très gros) percute un neutron et se casse en deux noyaux plus légers. C'est ce qui se passe dans nos centrales nucléaires actuelles avec l'uranium 235.
- **La fusion nucléaire** : Deux noyaux légers s'unissent pour former un noyau plus lourd. C'est la

réaction qui se produit naturellement au cœur des étoiles comme le Soleil.

Chapitre 3 : Aspects énergétiques et enjeux

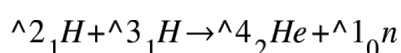
1. Une source d'énergie colossale

Pourquoi s'intéresse-t-on tant au nucléaire ? La raison est simple : l'énergie libérée. À masse égale, une transformation nucléaire libère environ **un million de fois plus d'énergie** qu'une combustion chimique (comme brûler du charbon ou du gaz).

Cette énergie est libérée sous forme d'énergie thermique (chaleur) et de rayonnements.

2. Le Soleil, ce réacteur géant

Le Soleil tire son énergie de la fusion de noyaux d'hydrogène qui forment de l'hélium. Sans cette transformation nucléaire, il n'y aurait pas de lumière ni de chaleur sur Terre. Exemple d'équation simplifiée au cœur du Soleil :



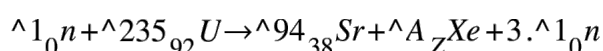
Ici, un noyau de deutérium et un de tritium fusionnent pour donner un noyau d'hélium et un neutron. On vérifie les lois de Soddy : $2+3=4+1$ pour A , et $1+1=2+0$ pour Z .

3. Application dans les centrales nucléaires

Dans une centrale, on utilise la fission de l'uranium 235 ($^{235}_{92}\text{U}$). La chaleur dégagée par la cassure des noyaux sert à faire bouillir de l'eau. La vapeur ainsi produite fait tourner une turbine, laquelle entraîne un alternateur qui produit de l'électricité.

Type de transformation	Échelle de l'énergie	Lieu d'observation
:—	:—	:—
Chimique (ex: combustion)	Faible (kJ par gramme)	Moteur de voiture, cuisine
Nucléaire (fission/fusion)	Très élevée (GJ par gramme)	Étoiles, centrales nucléaires

Exercice guidé n°1 : Équilibrer une équation On considère la fission de l'uranium 235 suivante :



Trouvez A et Z pour le Xénon.

Corrigé :

- Pour A : $1+235=94+A+3.1 \rightarrow 236=97+A \rightarrow A=236-97=139$.
- Pour Z : $0+92=38+Z+3.0 \rightarrow 92=38+Z \rightarrow Z=92-38=54$.

Le noyau formé est donc $^{139}_{54}\text{Xe}$.

Résumé

- Les **isotopes** sont des noyaux ayant le même nombre de protons Z mais un nombre de neutrons différent.
- Une **transformation nucléaire** modifie la composition du noyau de l'atome, contrairement aux transformations chimiques ou physiques.
- L'écriture symbolique d'une réaction nucléaire doit respecter les **lois de Soddy** : conservation du nombre de nucléons A et du nombre de charge Z .
- La **fusion** est l'union de noyaux légers (énergie des étoiles), la **fission** est la rupture d'un noyau lourd (énergie des centrales).
- L'énergie libérée lors d'une réaction nucléaire est **considérablement plus grande** que celle d'une réaction chimique.

From:
<https://www.wikiprof.fr/> - wikiprof.fr

Permanent link:
https://www.wikiprof.fr/doku.php?id=cours:lycee:generale:seconde_generale_et_technologique:physique_chimie:transformation_nucleaire&rev=1780318782

Last update: 2026/08/15 12:56

